

超長大斜面の変位計測への GPS の応用

山口大学大学院 学○松田 浩朗

山口大学工学部 正 坂尾 和男 正 清水 則一

1. はじめに

筆者らは長大道路のり面、露天掘り鉱山の大規模残壁、地すべり地などの安全監視を目的として GPS を利用した変位モニタリングシステムを開発している^{1)~3)}。GPS による計測では、計測精度は観測点間の基線長や高低差に影響を受けると言われているものの、長期観測を通して定量的にその影響は把握されていない。本研究は特に、観測点間の高低差の大きい場合の影響を調査することを目的として、観測点の高低差が約1000mの武甲鉱山（埼玉県）でGPS 変位計測を試験的に適用した結果を述べる。

2. 観測地の概要

武甲鉱山（標高約 1300m）は埼玉県西部の秩父盆地南東端に位置しており、ここでは石灰石が採掘されている。現在、山頂から標高約 1000m まで採掘が実施されており、高さ約 300m、平均傾斜 45°（最大傾斜 61°）の残壁が形成されている（図-1 参照）。この残壁では安全監視のために APS 変位モニタリングシステム（光波測距儀を用いた変位モニタリングシステム）を適用している⁴⁾。

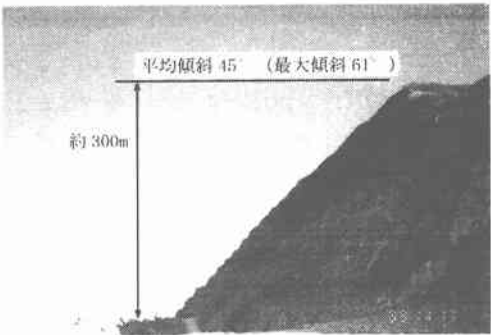


図-1 掘削位置における残壁の一部（武甲鉱山）

3. 計測方法

GPS 受信機はスタティック方式の省電力小型のもの（古野電気製 MG-2110）を使用した。また、受信機の電源としてカーバッテリー（12V）を使用した。

図-2に計測点の配置図を示す。今回設置した基準点・計測点は、1)APS 基準点、2)武甲鉱山の麓にある鉱山事務所、3)鉱山事務所から掘削レベルまでの山道途中の1点、4)現在の掘削レベルの1点、5)武甲鉱山山頂の APS 計測点、の合計 5 点である。それぞれの山頂の計測点までの斜距離と高低差を表-1 に示す。

表-1 観測点間の斜距離・高低差

武甲鉱山山頂APS計測点までの距離		観測点間の斜距離 (m)	観測点間の高低差 (m)
1)	APS基準点	4547	1033
2)	鉱山事務所	2672	1008
3)	山道途中	1646	762
4)	掘削レベル	482	263

4. 計測結果

図-3に事務所－APS 基準点間の計測結果を示す。図中の○印は計測値、実線はトレンドモデル²⁾による平滑化結果を示している。また、横軸は計測時刻、縦軸は緯度・経度・高さ方向の計測値を示している。図中の計測値のない99/11/15付近は、受信機内のメモリから計測データの取り込みを行ったため計測を中断している。観測点間の基線長は約 2km、高低差は 25m である。計測値の標準偏差は緯度、経度、高さ成分それぞれ 4.4mm、2.4mm、6.1mm となっており、通常の GPS 観測の標準偏差（水平方向 5mm+1ppm、鉛直方向 10mm+2ppm）⁵⁾を凌いでいる。

図-4に事務所－武甲鉱山山頂間の計測結果を示す。観測点間の基線長は約 2.6km で、図-3の基線長とあまりかわらないものの、観測点間の高低差は約 1000m である。計測値の緯度、経度成分の標準偏差は、それぞれ 4.5mm、2.6mm であり、図-4の結果とあまり変わらないが、高

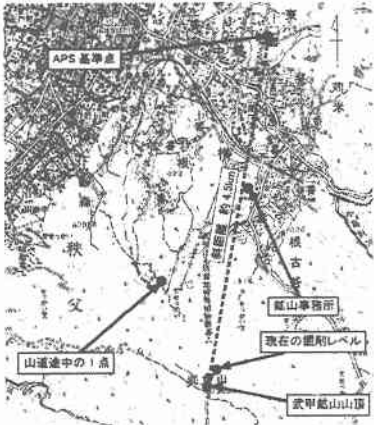


図-2 基準点・計測点

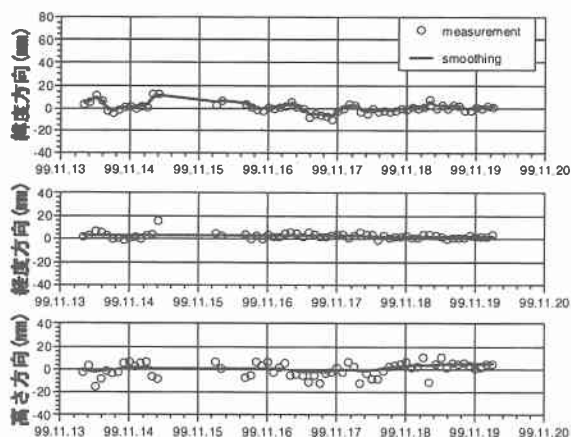


図-3 計測結果 (事務所-APS基準点)

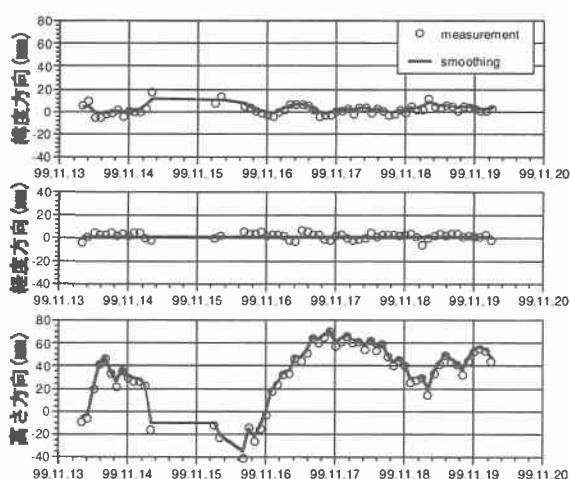


図-4 計測結果 (事務所-武甲鉾山山頂)

さ成分の標準偏差は26.5mmと大きい値を示している。

図-5に掘削レベル-武甲鉾山山頂間の計測結果を示す。観測点間の基線長は約500m、高低差は263mである。計測値の標準偏差は緯度、経度、高さ成分それぞれ、1.5mm、1.1mm、7.5mmとなっており、通常のGPS観測の標準偏差を凌いでいる。

図-3,4は観測点間の基線長がほぼ同じであるが、高低差が前者は25m、後者は1008mである。この結果では、緯度、経度成分は良好な結果を示しているものの、高さ成分は高低差の大きい事務所-山頂間は大きく変動している。図-4,5は同じ山頂の計測点に対し高低差が263mの場合である。観測点間の高低差が小さくなると高さ成分の変動は小さくなる。

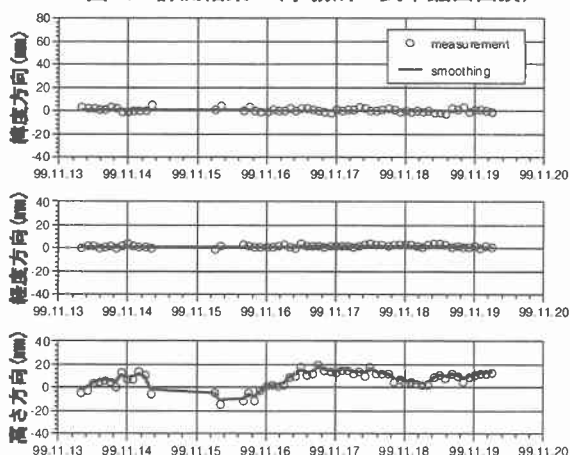


図-5 計測結果 (掘削レベル-武甲鉾山山頂)

5. おわりに

観測点間の高低差が大きい場合、GPSによる変位計測では緯度・経度成分には影響が見られないものの、高さ成分の計測結果は大きく変動した。この原因は、気象条件(気温、気圧、湿度)によるものと思われるが、今後長期間観測を行い、この原因を究明することが課題である。

謝辞

武甲鉾山での計測は、秩父地区残壁研究会(太平洋セメント(株)、武甲鉾業(株)、菱光石灰工業(株))との共同研究として行われた。また受信機は古野電気(株)にご提供いただいた。関係者各位に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 近藤仁志・M. E. Cannon・清水則一・中川浩二: GPSによる地盤変位モニタリングシステムの開発, 土木学会論文集, No.546/VI-32, pp.157-168, 1996.
- 2) 清水則一・安立寛・小山修治: GPS変位モニタリングシステムによる斜面変位計測結果の平滑化に関する研究, 資源と素材, Vol.114, pp.397-402, 1998.
- 3) 清水則一・安立寛・荒井正・会津隆士: 地すべり監視におけるGPS変位モニタリングシステムの適用, 地盤工学会誌, Vol.48, No.2, pp.25-27, 2000.
- 4) 頼所幹宏・川畑一洋・伊藤岳志・千葉敏博: 光波測距儀による残壁のモニタリングについて, 資源・素材学会秋季大会講演発表論文集, pp.133-136, 1998.
- 5) トリブルジャパン: <http://www.trimble-j.com>